

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-042862
 (43)Date of publication of application : 13.02.2003

(51)Int.CI.

G01L 3/10

(21)Application number : 2001-229494

(71)Applicant : SUZUKI MOTOR CORP

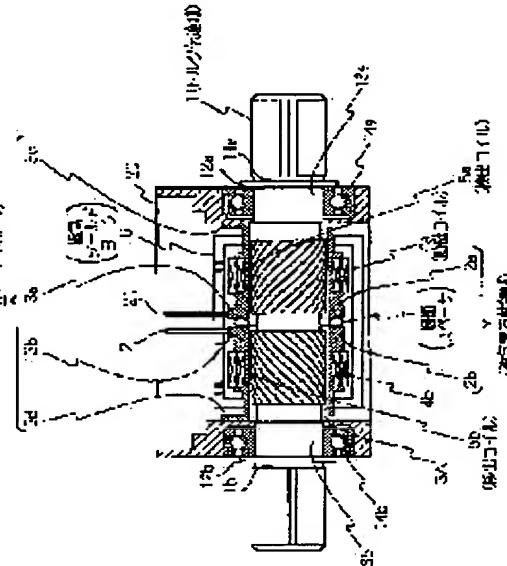
(22)Date of filing : 30.07.2001

(72)Inventor : SEZAKI NOBUHIRO

(54) MAGNETOSTRICTION TYPE TORQUE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetostriction type torque sensor that suppresses the output fluctuation of the sensor.
SOLUTION: The sensor comprises a torque transmission shaft 1 to which torque is applied, a pair of magnetic anisotropy areas 2a, 2b formed on the outer circumference face of this torque transmission shaft 1, a coil bobbin 3 arranged around these magnetic anisotropy areas 2a, 2b, a pair of excitation coils 4a, 4b and a pair of detection coils 5a, 5b wound by the coil bobbin 3, and a magnetic shield yoke 6 arranged on the outer circumference of the coil bobbin 3 with covering each coil of them. Then the coil bobbin 3 is divided at the mutual space between each of a pair of coils 4a, 5a and 4b, 5b wound by the coil bobbin 3, and therewith a buffer spacer 7 consisting of an elastic member is inserted into this divided mutual space. Each of the divided coil bobbins 3 is integrally fastened at the divided face of each coil bobbin 3 via the buffer spacer 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-42862

(P2003-42862A)

(43)公開日 平成15年2月13日 (2003.2.13)

(51)Int.Cl.
G 0 1 L 3/10

識別記号

F I
G 0 1 L 3/10

マーク*(参考)
A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-229494(P2001-229494)

(22)出願日 平成13年7月30日(2001.7.30)

(71)出願人 000002082

スズキ株式会社

静岡県浜松市高塚町300番地

(72)発明者 濑崎 伸拓

静岡県浜松市高塚町300番地 スズキ株式

会社内

(74)代理人 100079164

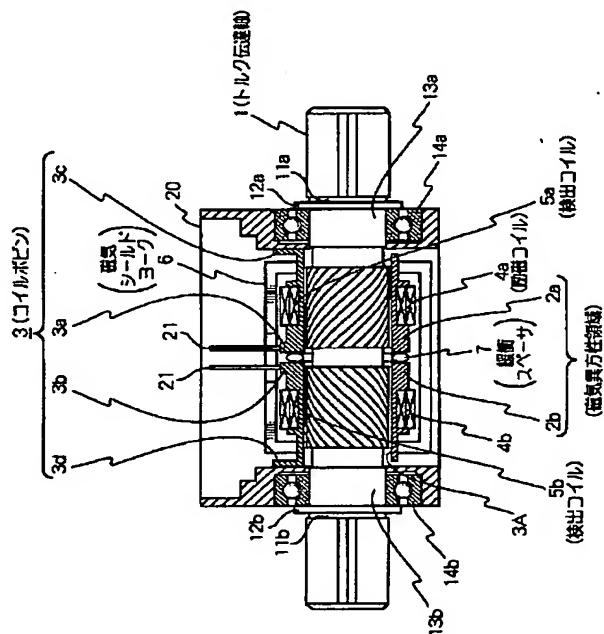
弁理士 高橋 勇

(54)【発明の名称】 磁歪式トルクセンサ

(57)【要約】

【課題】 センサの出力変動を抑制する磁歪式トルクセンサを提供すること。

【解決手段】 トルクが印可されるトルク伝達軸1と、このトルク伝達軸1の外周面上に形成された一対の磁気異方性領域2a, 2bと、この磁気異方性領域を取り巻いて配設されたコイルボビン3と、コイルボビンに巻回された一対の励磁コイル4a, 4b及び一対の検出コイル5a, 5bと、各コイルを覆いコイルボビンの外周に配設された磁気シールドヨーク6とを備え、そして、コイルボビンを、当該コイルボビンに巻回された一対の各コイルの相互間に分割すると共に、この分割された各コイルボビンの相互間に、弾性部材から成る緩衝スペーサ7を介挿し、さらに、分割された各コイルボビンを、当該各コイルボビンの分割面にて緩衝スペーサを介して一体的に固着した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】トルクが印可されるトルク伝達軸と、このトルク伝達軸の外周面上に形成された一対の磁気異方性領域と、この一対の磁気異方性領域を取り巻いて配設されたコイルボビンと、前記一対の磁気異方性領域に対応して前記コイルボビンに巻回された一対の励磁コイル及び一対の検出コイルと、この一対の励磁コイル及び一対の検出コイルを覆い前記コイルボビンの外周に配設された磁気シールドヨークとを備えた磁歪式トルクセンサにおいて、

前記コイルボビンを、当該コイルボビンに巻回された前記一対の各コイルの相互間に分割すると共に、この分割された各コイルボビンの相互間に、弾性部材から成る緩衝スペーサを介挿し、

前記分割された各コイルボビンを、当該各コイルボビンの分割面にて前記緩衝スペーサを介して一体的に固着したことを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

【請求項2】前記コイルボビンの当該コイルボビンに巻回されている一対の各コイルの外側に、当該コイルボビンの軸を中心に一周する一対のシールドヨーク溝を形成すると共に、この一対のシールドヨーク溝に対応して嵌合する一対の環状突出部を、前記磁気シールドヨークに設け、

前記一対の環状突出部相互間の長さを、前記分割されたコイルボビンに弹性変形していない前記緩衝スペーサを介挿した場合における当該コイルボビンに形成された前記一対のシールドヨーク溝相互間の長さよりも短く形成したことを特徴とする請求項1記載の磁歪式トルクセンサ。

【請求項3】前記緩衝スペーサを、中心部に前記トルク伝達軸が挿通する円環状に形成したことを特徴とする請求項1又は2記載の磁歪式トルクセンサ。

【請求項4】トルクが印可されるトルク伝達軸と、このトルク伝達軸の外周面上に形成された一対の磁気異方性領域と、この一対の磁気異方性領域を取り巻いて配設されたコイルボビンと、前記一対の磁気異方性領域に対応して前記コイルボビンに巻回された一対の励磁コイル及び一対の検出コイルと、この一対の励磁コイル及び一対の検出コイルを覆い前記コイルボビンの外周に配設された磁気シールドヨークとを備えた磁歪式トルクセンサにおいて、

前記コイルボビンを、当該コイルボビンに巻回された前記一対の各コイルの相互間に分割し、

この分割された一方のコイルボビンの分割面に、前記分割された他方のコイルボビンの分割面に向かって突出する係合突起を少なくとも1つ設けると共に、当該他方のコイルの分割面に、前記係合突起に対応して当該係合突起を許容する係合凹部を形成したことを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

【請求項5】前記コイルボビンの当該コイルボビンに

巻回されている一对の各コイルの外側に、当該コイルボビンの軸を中心に一周する一对のシールドヨーク溝を形成すると共に、この一对のシールドヨーク溝に対応して嵌合する一对の環状突出部を、前記磁気シールドヨークに設け、

前記一对の環状突出部相互間の長さを、前記分割された各コイルボビンを前記係合突起及び係合凹部を介して連結した場合における当該コイルボビンに形成された前記一对のシールドヨーク溝相互間の長さとほぼ同一の長さとしたことを特徴とする請求項4記載の磁歪式トルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トルクセンサに関し、特に回転軸に作用するトルクを非接触で検出する磁歪式トルクセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】磁歪式トルクセンサは、図7に示すように、トルク伝達軸101の外周部に形成された一对の対称的な螺旋溝を有する磁気異方性領域102a, 102bと、この一对の磁気異方性領域102a, 102bの外側に配設されたトルク伝達軸101と同一軸上の円筒形状であるコイルボビン(図示せず)と、このコイルボビンの外周に一对の磁気異方性領域102a, 102bに対応して巻回された一对の励磁コイル104a, 104b及び一对の検出コイル105a, 105bとを備えている。そして、さらに、整流回路A, B、減算回路C、平滑回路D、ゲイン中点調整回路Eなどを備えている。

【0003】そして、このような磁歪式トルクセンサは、例えば、ステアリングシャフトに作用する操舵力を検出してトルク検出信号を出力することによって、パワーステアリングシステムを駆動制御するというシステムのセンサとして用いられている。この場合には、トルク伝達軸101の一端部は、ステアリング・ハンドルの中に固定されたステアリングシャフトに接続され、他端部は、タイヤを操舵する操舵装置に接続されるようになっている。そして、コイルボビン103は、ケーシング(図示せず)に覆われ、車のシャシ等に固定されている。

【0004】ここで、磁歪式トルクセンサの動作について、説明する。まず、トルク伝達軸101にトルクが加えられていないときは、磁気異方性領域の応力レベルは等しいので、励磁コイル104a, 104bが動作しても検出コイル105a, 105bからの信号は実質的には変化を生じない。

【0005】一方、トルク伝達軸101にトルクが加えられた場合には、各磁気異方性領域102a, 102bはそれぞれ引張応力及び圧縮応力を受けて、一方の磁気異方性領域102aにおける透磁率は増加し、他方の磁

気異方性領域102bにおける透磁率は減少する。このため、励磁コイル104a, 104bが動作すると、一方の磁気異方性領域102aを通る磁束は増大し、他方の磁気異方性領域102bを通る磁束は減少する。

【0006】そして、一対の検出コイル105a, 105bには電圧が誘起され、一方の検出コイル105aにおける出力値は増大し、他方の検出コイル105bでは減少する。すると、上記検出コイル105a, 105bでは、インピーダンスの増減となるため、整流回路A, Bの出力は、一方側Aでは増加（インピーダンス変化量： $+ΔZ_t$ ）、他方側Bでは減少（インピーダンス変化量： $-ΔZ_t$ ）する。このため、減算回路Cにおける出力は、変化量が $ΔZ_t - (-ΔZ_t) = 2ΔZ_t$ となり、当該インピーダンスの変化量は2倍となる。これにより、トルク値と方向を検出することができる。

【0007】ここで、このような磁歪式トルクセンサにおいては、トルク伝達軸101に対し非接触状態でトルク値を検出するため、励磁コイル104a, 104bや検出コイル105a, 105bの磁気異方性領域102a, 102bに対するスラスト方向の位置にずれが生じると、センサ特性が変化し、トルク値を精度よく検出できない場合が生じる。そのため、励磁コイル104a, 104bや検出コイル105a, 105bと磁気異方性領域102a, 102bとの位置関係がほぼ一定となるよう、これらの位置のずれを十分に小さいレベルに保つことが必要となる。

【0008】しかし、このようなずれは、構成部品の加工精度によりセンサの組み付け時に生じている場合がある。また、励磁コイル104a, 104b等の発熱により各構成部品が温度変化することによる熱膨張又は振動、若しくは各部品の公差の蓄積などにより、励磁コイル104a, 104bや検出コイル105a, 105bと磁気異方性領域102a, 102bとの位置のずれや装置のがたつき、構成部品への余分な応力が生じる場合がある。

【0009】この励磁コイル104a, 104bや検出コイル105a, 105bと磁気異方性領域102a, 102bとの位置のずれは、前述したようにトルクセンサの特性に変化をもたらし、装置のがたつきは、軸の回転性能の低下や騒音などの弊害をもたらす。また、構成部品にかかる余分な応力は、各部品の耐久性の低下をもたらすと共に、特にコイルボビン103にかかる応力は、当該コイルボビン103に装着されている磁気シールドヨーク106に伝達し、当該磁気シールドヨーク106の透磁率の変化をもたらし、トルク値の検出精度に悪影響をもたらす（図8乃至図9参照）。

【0010】このため、励磁コイル104a, 104bや検出コイル105a, 105bと磁気異方性領域102a, 102bとの位置のずれ、または、構成部品にかかる余分な応力を除去すべく、種々の検討がなされてい

る。

【0011】従来は、図8に示すように、シールドヨーク106をコイルボビン103によって保持し、弹性ゴム接着剤110で接着することで、熱膨張による応力が直接シールドヨークに加わらないようになっていた。あるいは、図9に示すように、略L字断面の弹性体111をシールドヨーク106とハウジング107の間に入れることで、応力が直接シールドヨーク106に加わらないようになっていた。

【0012】例えば、特許2678843号公報では、略L字断面の弹性体と硬質体スペーサとによって、周囲温度変化時の膨張差による内部応力を除去する。このとき、硬質体は、振動、衝撃等によるスペーサ位置ずれを防止する。また、特公平7-117464号公報では、Oリング状弹性スペーサを使用して周囲温度変化時の膨張差による内部応力を除去する。そして、特開平9-89691号公報では、ヨークをコイルボビンによって保持することで、ハウジングケースからの応力が直接ヨークに加わらないようになっている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例には、以下のような不都合があった。例えば、図8(a)の場合、シールドヨーク106の内長L1とコイルボビン103の外長L2は、 $L1 > L2$ となっていることから、組立接着時に適切に位置決めを行わないと図8(b)のようにシールドヨークの相対位置が左右にずれてしまう可能性がある。また、図9(a)の場合では、シールドヨーク106をコイルボビン103に組んだものをセンサケースに設置導入する時に、適切に位置

決めを行わないと、図9(b)のように組んだ物全体が傾いた状態で取り付けられてしまう可能性がある。これらは、周囲温度が変化したとき、センサ出力変動が大きくなったり、軸を回転させるとセンサ出力が大きく変動する原因となってしまう。

【0014】そして、上記の公報の例では、まず、特許267884号公報では、複数部品を使用することからコストアップとなり、かつ、弹性体と硬質体の加工公差管理を厳しくしなければならなくなる。次に、特公平7-117464号公報では、Oリングは組立時にずれやすく、これを防止するために、ヨークに格納溝を追加工しなければならなくなる。すると、ヨークの半径方向の厚さをある程度、厚い形状としなければならなくなり、これらはコストアップへつながる。さらに、特開平9-89691号公報では、周囲温度が変化した場合、コイルボビンとヨークとの熱膨張差によって、高温では圧縮、低温では引っ張り応力がヨークに加わることによって、センサ出力に変動が発生してしまう。このため、弹性ゴム接着剤でヨークとボビンとを接着する手法がとられ、応力緩和に役立つことがわかっているが、組立時に

ヨーク位置が不適切にずれやすくなり、ずれた場合にシ

ールド効果に支障をきたすことがある。

【0015】

【発明の目的】本発明は、上記従来例の有する不都合を改善し、特に、センサの出力変動を抑制し、トルク値を精度よく検出することができる磁歪式トルクセンサを提供することをその目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明では、トルクが印可されるトルク伝達軸と、このトルク伝達軸の外周面上に形成された一対の磁気異方性領域と、この一対の磁気異方性領域を取り巻いて配設されたコイルボビンと、一対の磁気異方性領域に対応してコイルボビンに巻回された一対の励磁コイル及び一対の検出コイルと、この一対の励磁コイル及び一対の検出コイルを覆いコイルボビンの外周に配設された磁気シールドヨークとを備え、そして、コイルボビンを、当該コイルボビンに巻回された一対の各コイルの相互間に分割すると共に、この分割された各コイルボビンの相互間に、弾性部材から成る緩衝スペーサを介挿し、さらに、分割された各コイルボビンを、当該各コイルボビンの分割面にて緩衝スペーサを介して一体的に固着した、という構成を取っている（請求項1）。

【0017】このとき、コイルボビンの当該コイルボビンに巻回されている一対の各コイルの外側に、当該コイルボビンの軸を中心に一周する一対のシールドヨーク溝を形成すると共に、この一対のシールドヨーク溝に対応して嵌合する一対の環状突出部を、磁気シールドヨークに設け、そして、一対の環状突出部相互間の長さを、分割されたコイルボビンに弹性変形していない緩衝スペーサを介挿した場合における当該コイルボビンに形成された一対のシールドヨーク溝相互間の長さよりも短く形成すると望ましい（請求項2）。ここで、緩衝スペーサを、中心部にトルク伝達軸が挿通する円環状に形成してもよい（請求項3）。

【0018】このような構成にすることにより、まず、分割されたコイルボビンは、その間に緩衝スペーサを設け、接着剤などにより一体的に連結される。続いて、コイルボビンを両側から押圧することにより緩衝スペーサが圧縮され、コイルボビンのコイル巻回部分の両外側に形成されたシールドヨーク溝相互間の距離が縮まった状態で磁気シールドヨークが装着される。そして、かかる構成により、周囲の温度変化などにより、コイルボビンが磁気シールドヨークよりも膨張した場合には、コイルボビンの分割箇所に設けられた緩衝スペーサにて当該ボビンの膨張量が吸収される。従って、磁気シールドヨークがシールドヨーク溝に嵌合しているが、当該シールドヨーク溝間の距離は変化することないため、コイル、磁気シールドヨークなどの位置ずれを抑制すると共に、磁気シールドヨークの変形を抑制することができる。また、分割された両コイルボビン、すなわち、コイルに均

等な圧縮応力が付勢されるため、センサ出力の変動を抑制することができる。その結果、トルク値検出精度の向上を図ることができる。一方、コイルボビンが磁気シールドヨークよりも膨張することなく、すなわち、コイルボビンが磁気シールドヨークに対して相対的に縮む場合には、あらかじめ縮められて備えられていた緩衝スペーサが延びることにより、シールドヨーク溝間の距離の変動が抑制される。従って、かかる場合にも、位置ずれや磁気シールドヨークの変形を抑制することができ、トルク値検出精度の向上を図ることができる。

【0019】また、本発明では、コイルボビンを、当該コイルボビンに巻回された一対の各コイルの相互間に分割し、この分割された一方のコイルボビンの分割面に、分割された他方のコイルボビンの分割面に向かって突出する係合突起を少なくとも1つ設けると共に、当該他方のコイルの分割面に、係合突起に対応して当該係合突起を許容する係合凹部を形成した、という構成をも探っている（請求項4）。

【0020】このとき、コイルボビンの当該コイルボビンに巻回されている一対の各コイルの外側に、当該コイルボビンの軸を中心に一周する一対のシールドヨーク溝を形成すると共に、この一対のシールドヨーク溝に対応して嵌合する一対の環状突出部を、磁気シールドヨークに設け、そして、一対の環状突出部相互間の長さを、分割された各コイルボビンを係合突起及び係合凹部を介して連結した場合における当該コイルボビンに形成された一対のシールドヨーク溝相互間の長さとほぼ同一の長さとすると望ましい（請求項5）。

【0021】このような構成にすることにより、分割されたコイルボビンが、分割面にて係合突起と係合凹部とを介して連結される。そして、かかる状態にて、シールドヨーク溝に磁気シールドヨークが嵌合される。従って、温度変化などにより、コイルボビンが磁気シールドヨークよりも膨張した場合には、分割されたコイルボビンが分割面にて相互に押圧されるため、各コイルボビン、すなわち、コイルに均等の圧縮応力が付勢されて両コイルの特性がほぼ一致し、センサ出力の変動を抑制することができる。一方、コイルボビンがシールドヨークより相対的に縮小した場合には、係合突起が係合凹部に挿入された状態を保ったまま分割面に間隙が生じたため、引っ張り応力が加わることが抑制され、センサ出力の変動を抑制することができる。その結果、トルク値検出精度の向上を図ることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】〈一実施形態〉以下、本発明の一実施形態を、図1乃至図4を参照して説明する。図1は、本発明の一実施形態の構成を示す正面方向から見た断面図である。図2は、コイルボビン3及び磁気シールドヨーク6などの組み立ての様子を示す説明図である。図3は、本発明である磁歪式トルクセンサ全体の組み立

ての様子を示す説明図である。図4は、コイルボビン3に巻回される検出コイル5a, 5bの特性を示す図である。

【0023】図1に示すように、本実施形態における磁歪式トルクセンサは、トルクが印可されるトルク伝達軸1と、このトルク伝達軸1の外周面上に形成された一対の磁気異方性領域2a, 2bと、この一対の磁気異方性領域2a, 2bを取り巻いて配設されたコイルボビン3と、一対の磁気異方性領域2a, 2bに対応してコイルボビン3に巻回された一対の励磁コイル4a, 4b及び一対の検出コイル5a, 5bと、この一対の励磁コイル4a, 4b及び一対の検出コイル5a, 5bを覆いコイルボビン3の外周に配設された磁気シールドヨーク6とを備えている。以下、これを詳述する。

【0024】(トルク伝達軸) トルク伝達軸1は、強磁性磁歪材料により形成された棒状部材である。そして、このトルク伝達軸1の一端部は、回転駆動力を発生する駆動源(例えば、ステアリング・ハンドル)に接続され、他端部は回転駆動に負荷を与えるもの(例えば、操舵装置)に接続されるようになっている。すなわち、当該トルク伝達軸1の両端部は、他の装置に接続されるようになっている。

【0025】このトルク伝達軸1の両端部、すなわち他の装置に接続される箇所の内側には、図1に示すように、周溝11a, 11bがそれぞれ形成されている。この各周溝11a, 11bは、トルク伝達軸1の位置を前述したコイルボビン3に対して固定するために形成されていて、磁歪式トルクセンサの組み立て段階には、後述するように当該各周溝11a, 11bに、Cリング12a, 12bが装着されるようになっている。また、この各周溝11a, 11bの内側には、後述するセンサケース20に嵌合されて当該トルク伝達軸1を軸支するベアリング14a, 14bが当接する軸受当接部13a, 13bが、それぞれ形成されている。

【0026】(磁気異方性領域) 上記トルク伝達軸1の中央部の外周面上には、前述した一対の磁気異方性領域2a, 2bが形成されている。すなわち、磁気異方性領域2a, 2bは、トルク伝達軸1の中央部に軸方向に離隔して2カ所に形成されている。この各磁気異方性領域2a, 2bには、互いに対称的な螺旋方向の複数の小溝が形成されている。この小溝は、トルク伝達軸1の軸線に対してそれぞれ+45度と-45度との方向に、当該トルク伝達軸1の周面に沿って均一間隔で形成されたものである。また、小溝は、当該小溝の方向に一軸磁気異方性を有する。そして、この磁気異方性の強さは、トルク伝達軸1の当該磁気異方性領域2a, 2b以外の部分に存在しうる無秩序な磁気異方性より十分強いため、当該トルク伝達軸1の当該磁気異方性領域2a, 2b以外の部分の無秩序な磁気異方性は無視することができる。

【0027】但し、磁気異方性領域2a, 2bは、上述

した複数の小溝で形成されるものに限定されない。例えば、アモルファス結晶の薄膜を、その結晶方向を前述した小溝と同じ方向となるようにトルク伝達軸1の所定箇所に貼着してもよい。また、小溝と同形状の磁性体の小片を、小溝と同一方向に同一配置で装備してもよい。

【0028】(コイルボビン) 上述した一対の磁気異方性領域2a, 2bの周囲には、当該一対の磁気異方性領域2a, 2bを取り巻く樹脂製のコイルボビン3が配設されている。このコイルボビン3は、前述したトルク伝達軸1に形成された2つの周溝2a, 2bの相互間の距離とほぼ同一の長さで肉厚の円筒状に形成されている。

そして、このコイルボビン3の内部、すなわち、トルク伝達軸1が貫通する貫通孔3Aは当該コイルボビン3自体の軸と同一軸上の断面円形状に形成されている。

【0029】この貫通孔3Aの内径は、前述したトルク伝達軸1の外径よりも少し大きく形成され、当該トルク伝達軸1が挿通されるようになっている。そして、その両端部は、後述するセンサケース20の内部に固定されるようになっている。

【0030】ここで、本実施形態にかかるコイルボビン3は、図2に示すように、当該コイルボビンに巻回された一対の励磁コイル及び検出コイルの相互間に分割されている。すなわち、コイルボビン3は、一対の各コイルを左右に分割して巻回するよう、ほぼ中央部にて分離して形成されている。これにより、後述するように、離隔して巻回される一対の各コイルは、上述した磁気異方性領域2a, 2bに対応して巻回される。

【0031】また、このコイルボビン3には、内側(磁気異方性領域2a, 2bに近い側)に検出コイル5a, 5bが、外側に励磁コイル4a, 4bが巻回される。すなわち、図2(a)に示すように、各コイル4a, 4b, 5a, 5bを巻回すべく2層構造となっている。具体的には、分割された一対のコイルボビン3は、それぞれ、検出コイル5a, 5bを巻回する内側に位置するコイルボビン3a, 3bと、この内側のコイルボビン3a, 3bが挿入される外側のコイルボビン3c, 3dにより構成されている。従って、外側のコイルボビン3c, 3dの内径は、内側のコイルボビン3a, 3bの外径よりも大きくなっている。このようにして、2層構造のコイルボビン3を組み立てることにより、トルク伝達軸1の磁気異方性領域2a, 2bの外周に検出コイル5a, 5b、そして、さらにその外周に励磁コイル4a, 4bが巻回されるという構成となる(図1参照)。

【0032】そして、コイルボビン3には、各コイル4a, 4b, 5a, 5bに接続されるコイルピン21が備えられている。これらコイルピン21は、コイルボビン3が組み立てられたときには一カ所に集合し(図2(b)参照)、外部の回路に接続されるようになっている。

【0033】また、上記外側のコイルボビン3c, 3d

の励磁コイル4a, 4b巻回部よりも外側には、当該コイルボビン3の軸を中心に一周する所定の幅を有するシールドヨーク溝3c a, 3d aがそれぞれ形成されている。すなわち、このシールドヨーク溝3c a, 3d aは、コイルボビン3が組み立てられたときに、前述した一対の励磁コイル4a, 4b及び検出コイル5a, 5bを挟むように形成されている。このシールドヨーク溝3c a, 3d aには、前述した磁気シールドヨーク6が嵌合するようになっている。

【0034】ここで、上記左右に分割された各コイルボビン3の相互間には、弾性部材から成る緩衝スペーサ7が介挿されている。すなわち、緩衝スペーサ7は、検出コイル5a, 5bを巻回するコイルボビン3a, 3bの相対する面の間に備えられる。この緩衝スペーサ7は、コイルボビン3a, 3bの端部とほぼ同一の内径、外径を有する円環状に形成されている。そして、当該緩衝スペーサ7は、NBRゴムなどの弾性部材にて形成されていて、外部から応力が付加されることにより伸縮される。なお、後述するように、この緩衝スペーサ7は、コイルボビン3a, 3bに接着剤などを介して固着される。すなわち、分割されたコイルボビン3a, 3bは、一体的に形成され、相互に独立した回転運動をしないようになっている。

【0035】(磁気シールドヨーク) 磁気シールドヨーク6は、円筒状に形成され、その両端部の内側に、一対の環状突出部6a, 6bが設けられている。この環状突出部6a, 6bは、上述したコイルボビン3の外周に形成された2本のシールドヨーク溝3c a, 3d aに嵌合するようになっている。この各シールドヨーク溝3c a, 3d aには、接着剤8が充填され、磁気シールドヨーク6がコイルボビン3に接着剤8により固着されるようになっている。このとき、磁気シールドヨーク6は、略円筒状であるが、断面半円状に2つの部材に分割されて形成されている。そして、これらを組み合わせることにより、コイルボビン3の外周を取り巻く円筒状の磁気シールドヨーク6となる。

【0036】そして、磁気シールドヨーク6の両端部に形成された一対の環状突出部6a, 6b相互間の長さ、すなわち、磁気シールドヨーク6の内長L1(図2

(b) 参照)は、上述したようにコイルボビン3に弹性変形していない緩衝スペーサ7を介挿した場合における当該コイルボビン3に形成された一対のシールドヨーク溝3c a, 3d a相互間の長さL2(図2(b)参照)よりも短く形成されている。換言すると、磁気シールドヨーク7の内長L1と、コイルボビン3に弹性変形していない緩衝スペーサ7を介挿したときの一対の各コイル4a, 4b, 5a, 5bの外長L2との関係は、L1 < L2となっている。従って、コイルボビン3組み立て時には、後述するように、当該コイルボビン3を両端部から押圧し、緩衝スペーサ7を圧縮させながら磁気シール

ドヨーク7を格納する。ここで、L1とL2との差は、熱膨張によるコイルボビン3と磁気シールドヨーク7の変形量の差以上、例えば、0.05~0.20mm程度に設定すると良好である。

【0037】なお、この磁気シールドヨーク6には、上述したコイルボビン21が外部に突出させる貫通孔が形成されている。この貫通孔からコイルボビン21が外部に突出し、外部の回路に接続されることにより、各コイルの動作を制御することができる。

- 10 【0038】(組み立て) 次に、磁歪式トルクセンサの組み立てについて説明する。まず、コイルボビン3を組み立てて、図2(a)に示すように、左右に分割されたコイルボビン3それぞれにおいて、検出コイル5a, 5bが巻回されている内側のコイルボビン3a, 3bを、励磁コイル4a, 4bが巻回されている外側のコイルボビン3c, 3dに挿入する。続いて、分割されているコイルボビン3a, 3bの間に緩衝スペーサ7を介挿し、当該緩衝スペーサ7の両側に弾性接着剤などを用いてコイルボビン3a, 3bを固着する。これにより、緩衝スペーサ7を介して左右の各コイル4a, 4b, 5a, 5bの位置ずれが抑制され、すなわち、左右の各コイルが相対的に回転されることが抑制されるため、トルク値の検出精度の低下を抑制することができる。

- 20 【0039】そして、一体化されたコイルボビン3を両端側から中央に向かって押圧することにより、緩衝スペーサ7に圧縮応力がかかり、当該緩衝スペーサ7が軸方向に沿って縮む。これにより、コイルボビン3に形成されたシールドヨーク溝3c a, 3d aの距離が短くなり、この距離と磁気シールドヨーク6の内長とがほぼ同一になったときに、当該磁気シールドヨーク6を取り付けることができる。

- 30 【0040】その後、図3に示すように、上記コイルボビン3をセンサケース20に格納する。ここで、センサケース20は、直方体形状の箱体であって、当該ケース20の所定の対向する各面には、トルク伝達軸1を挿通する軸穴と、当該軸を支持するペアリング14a, 14bが嵌合する凹部が形成されている。そして、このセンサケース20にコイルボビン3を収容して、センサケース20及びコイルボビン3にトルク伝達軸1が挿通される。その後、挿通されたトルク伝達軸1に対して、ペアリング14a, 14b及びCリング12a, 12bを装着することにより、磁歪式トルクセンサが組み立てられる。

- 40 【0041】そして、センサケース20の上部には、回路基板22が被さり、センサケース20にねじ止めされる。このとき、回路基板22の所定の端子に、コイルボビン3に形成されたコイルボビン21が当接するようになっている。これにより、回路基板22にて各コイル4a, 4b, 5a, 5bの動作が制御され、トルク値の検出を行うことができる。

【0042】(動作) 次に、上記実施形態の動作について説明する。

【0043】まず、トルク伝達軸1にトルクが印加されると、当該トルク伝達軸1上の一対の磁気異方性領域2a, 2bには、それぞれ圧縮応力と引張応力がかかり、その結果、一方の磁気異方性領域2aの透磁率は増大し、他方2bは減少する。このとき、励磁コイル4a, 4bにより励磁された各磁気異方性領域2a, 2bの一方2aを通る磁束は増大し、他方2bにおいては減少する。

【0044】これにより、各検出コイル5a, 5bに生ずる誘導起電力に差が生じる。すなわち、一方の検出コイル5aからの出力値は増大し、他方の検出コイル5bからの出力値は減少する。そして、これらの電圧差から、これに対応するトルク値とトルクのかかる向きを検知することができる。

【0045】ここで、例えば、周囲の温度変化により、コイルボビン3、あるいは、磁気シールドヨーク6が膨張した場合を考える。一般的には、コイルボビン3は樹脂材であり、磁気シールドヨーク6は、ステンレス材であるため、これらの部品は、熱膨張率が異なる。具体的には、周囲温度が-30~80°Cの間で変化すると、膨張率は、高温時では、樹脂>ステンレス、低温時では、樹脂<ステンレス、となる。従って、上述したように、磁気シールドヨーク6は、コイルボビン3に形成されたシールドヨーク溝3c a, 3d aに嵌合されているため、熱膨張の差によりコイルボビン3、すなわち、巻回されている各コイル4a, 4b, 5a, 5bに圧縮、引張応力が加わるため、磁気特性が変化することにより、トルクセンサ出力が変動してしまう。あるいは、熱膨張率の差により、磁気シールドヨーク6などが変形したり、検出コイル5a, 5bなどの位置がずれたりすることも考えられ、これにより、トルク値検出の精度が低下してしまう。

【0046】しかしながら、本実施形態においては、上記構成にすることにより、以下のように作用する。例えば、高温時にてコイルボビン3が磁気シールドヨーク6に対して膨張した場合には、まず、当該コイルボビン3は磁気シールドヨーク6にて両端方向に延びることが抑制されるため、当該両端部から圧縮された状態となる。そして、この両端部からの圧縮応力は、コイルボビン3の中央に介挿された緩衝スペーサ7に伝達し、当該緩衝スペーサ7が縮むことにより、コイルボビン3の膨張量が吸収される。このため、コイルボビン3あるいは磁気シールドヨーク6の変形や位置のずれが抑制されるので、トルク値の検出精度を維持することができる。また、さらには、分割された各コイルボビン3a, 3b, 3c, 3dは、その中央部にて相互に押圧し合うため、当該ボビン3a, 3b, 3c, 3dには圧縮応力が均等にかかることとなる。従って、各コイルボビンに巻回さ

れた各コイル4a, 4b, 5a, 5bの特性は、同一の特性に変化されるため、センサ出力の変動を抑制することができる。

【0047】一方、コイルボビン3が磁気シールドヨーク6に対して縮む場合には、あらかじめ圧縮されて介挿されている緩衝スペーサ7が伸びることにより、コイルボビン3の収縮量が吸収される。これにより、上記同様、コイルボビン3等の変形や位置ずれが抑制され、さらには、分割された各コイルボビン3に同一の引っ張り応力がかかるため、当該各コイルボビン3に巻回されているコイルの特性は、同一の特性に変化される。その結果、センサ出力の変動を抑制することができる。

【0048】ここで、上記コイルの特性について、図4を参照して詳述する。図4(a), (b)に示すように、通常、検出コイル5a, 5bのインピーダンスは、周囲温度の変化に対して直線AA'のように変化するが、コイルボビン3と磁気シールドヨーク6の熱膨張や圧縮量の違いや、組み付け不良等により、一対の検出コイル5a, 5bのいずれか一方にのみが、直線BB'、直線CC'のように変化してしまう場合がある。この場合、変化量に応じたセンサ出力変動が発生する。これは、センサ出力変動は、一対のコイルのインピーダンス変化量の差に比例するからである。ここで、一対のコイルの一方と他方とのインピーダンス変化量の差を Δm とすると、 $\Delta m = m$ (一方のコイル) - m (他方のコイル)となり、単位温度当たりのコイルインピーダンスの変化量mは、 $m = \Delta$ (インピーダンス) / Δ (周囲温度) [$\Omega/^\circ\text{C}$] で与えられる。

【0049】しかし、上述したように、緩衝スペーサ6を設け、 $L_1 < L_2$ として常に両検出コイル5a, 5bに均等な圧縮応力が加わる構造とすると、両検出コイル5a, 5bとも直線BB'の特性となる。従って、両検出コイル5a, 5bが常にほぼ同一の特性になることにより、一対の検出コイル5a, 5bからの出力がほぼ同一の値となる。すると、上述した図7に示す減算回路Cにて消去することが可能である。よって、かかる同一の特性にてトルク値を検出するので、センサ出力の変動を抑制することができる。このとき、 $|\Delta m| \leq 1 \sim 10 \text{ m}\Omega/^\circ\text{C}$ に管理すると望ましい。

【0050】(他の実施形態) 以下、本発明の他の実施形態について、図5乃至6を参照して説明する。図5は、コイルボビン30の正面図である。図6は、他の実施形態における検出コイルのインピーダンス特性を示す図である。

【0051】他の実施形態における磁歪式トルクセンサは、上述した図1に示す磁歪式トルクセンサとほぼ同一の構成要素を備えている。そして、当該他の実施形態においては、分割されたコイルボビン30の連結方法が異なる。

【0052】本実施形態におけるコイルボビン30に

は、図5に示すように、当該分割された一方のコイルボピン30aの分割面に、分割された他方のコイルボピン30bの分割面に向かって突出する係合突起31aが設けられている。そして、当該他方のコイルの分割面に、上記係合突起31aに対応して当該係合突起31aを許容する係合凹部31bが形成されている。

【0053】係合突起31aは、所定の長さだけ突出しており、その先端形状は、半球形状となっている。そして、係合凹部31bは、係合突起31aの突出長さとほぼ同一の深さを有しており、凹部の形状は、半球形状となっている。これにより、コイルボピン30の組み立て時には、係合突起31aは係合凹部31bに完全に嵌合することができ、分割されたコイルボピン30a、30bは、その分割面にて当接される。但し、上記係合突起31a及び係合凹部31bの形状は、上記形状に限定されるものではない。

【0054】ここで、上述のように、係合突起31aが一方のコイルボピン30aに装着されていて、他方のコイルボピン30bに係合凹部31bが形成されている場合であっても、対となる他の係合突起32a及び係合凹部32bが、上記係合突起31a等と反対向きに、コイルボピン30に設けられていてもよい。すなわち、図5に示すように、当該図5の上方には右側のコイルボピン30aに係合突起31aが設けられ、図5の下方には左側のコイルボピン30bに係合突起32aが設けられていてよい。

【0055】このとき、上述した磁気シールドヨーク6の内長L1と、上記係合突起31a、係合凹部31bを嵌合させたときのシールドヨーク溝間の距離L2とをほぼ等しくする。すなわち、コイルボピン30a、30bを接着せずに接合し、 $|L_1 - L_2| < 0.05\text{ mm}$ 程度とすると有効である。

【0056】具体的には、高温時に、ボピン膨張量>ヨーク膨張量となるので、検出コイル5a、5bには、均等の圧縮応力が加わり、上述した一実施形態同様に一对のコイル5a、5bの特性が、同一の特性となる。また、低温時には、コイルボピン30a、30bが磁気シールドヨーク6に対して相対的に縮んだこととなるが、分割されたコイルボピン30a、30bは、それぞれがシールドヨーク溝側に引っ張られる。このとき、コイルボピン30a、30bは係合突起31a、32aと係合凹部31b、32bとの結合だけであるため、その分割面にわずかな隙間が生じ、引っ張り応力が加わらなくなる。そして、かかる場合にも、係合突起31a、32aと係合凹部31b、32bとは、完全に係合していないまでも、その一部が係合していることにより、コイルボピン30の連結は保たれることとなる。このため、図6(a)、(b)に示すように、一对の検出コイル5a、5bは共に、高温時は直線B'B'、低温時には直線A'A'（応力が加わらないので特性は変化せず）となり、

センサ出力の変動を抑制することができる。

【0057】

【発明の効果】本発明は、以上のように構成され機能するので、これによると、コイルボピンを中央で分割してその間に緩衝スペーサを介挿し、当該緩衝スペーサを縮めた状態で磁気シールドヨークを嵌合して磁歪式トルクセンサを組み立てたため、周囲の温度変化によりコイルボピンが膨張した場合、あるいは、磁気シールドヨークが膨張した場合であっても、緩衝スペーサにて各膨張量

10 が吸収されるため、磁気シールドヨークの変形やコイルボピンの位置のずれなどを抑制することができると共に、さらには、分割された一对のコイルボピン相互に、均等に応力が付加されるため、かかるコイルボピンに巻回されるコイルの特性を同一に保つことができるので、センサ出力変動の抑制を図ることができる、という従来にない優れた効果を有する。

【0058】また、緩衝スペーサの代わりに、係合突起、係合凹部を形成し、これらの嵌合により分割されたコイルボピンを連結した場合にも、上記同様に一对のコイルボピン両方に均一の応力が付加されるようになるため、コイルの特性を同一に保つことができ、センサ出力変動の抑制を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の構成を示す正面方向から見た断面図である。

【図2】図2は、図1に開示したコイルボピンの正面図である。図2(a)は、コイルボピンの組み立ての様子を示した説明図であり、図2(b)は、コイルボピンに磁気シールドヨークを組み付けるときの様子を示す説明図である。

【図3】本発明である磁歪式トルクセンサ全体の組み立ての様子を示す説明図である。

【図4】図4は、図1に開示したコイルボピンに巻回される検出コイルの特性を示す図である。図4(a)は、一对の検出コイルのうち一方の検出コイルの特性を示し、図4(b)は、他方の検出コイルの特性を示す図である。

【図5】本発明の他の実施形態におけるコイルボピンの正面図である。

40 【図6】図6は、図5に開示したコイルボピンに巻回される検出コイルの特性を示す図である。図6(a)は、一对の検出コイルのうち一方の検出コイルの特性を示し、図6(b)は、他方の検出コイルの特性を示す図である。

【図7】磁歪式トルクセンサの原理を説明するブロック図である。

【図8】図8(a)は、従来例における磁歪式トルクセンサの構成を示す断面図である。図8(b)は、図8(a)に開示した磁歪式トルクセンサの不具合を示す図である。

15

【図9】図9(a)は、従来例における磁歪式トルクセンサの構成を示す断面図である。図9(b)は、図9(a)に開示した磁歪式トルクセンサの不具合を示す図である。

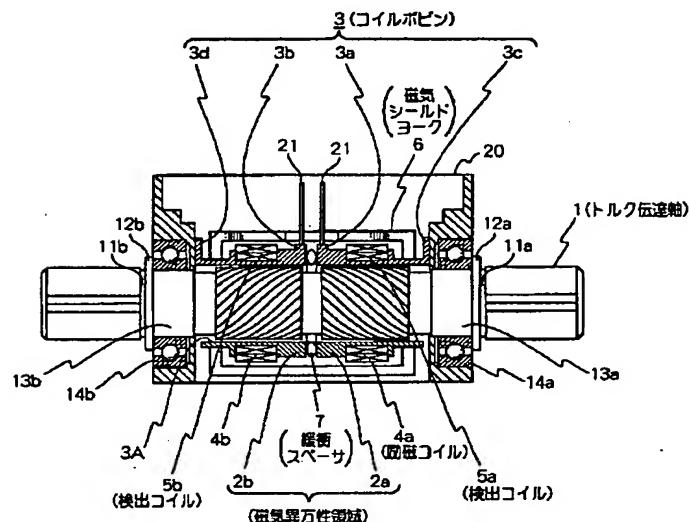
【符号の説明】

- 1 トルク伝達軸
3 コイルボビン

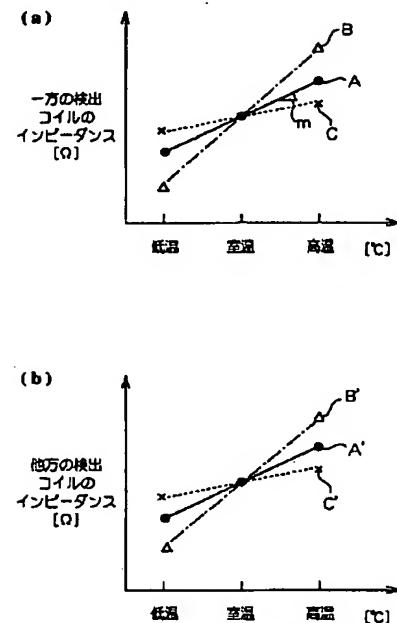
16

- 6 磁気シールドヨーク
7 緩衝スペーサ
2a, 2b 磁気異方性領域
4a, 4b 励磁コイル
5a, 5b 検出コイル
31a, 32a 係合突起
31b, 32b 係合凹部

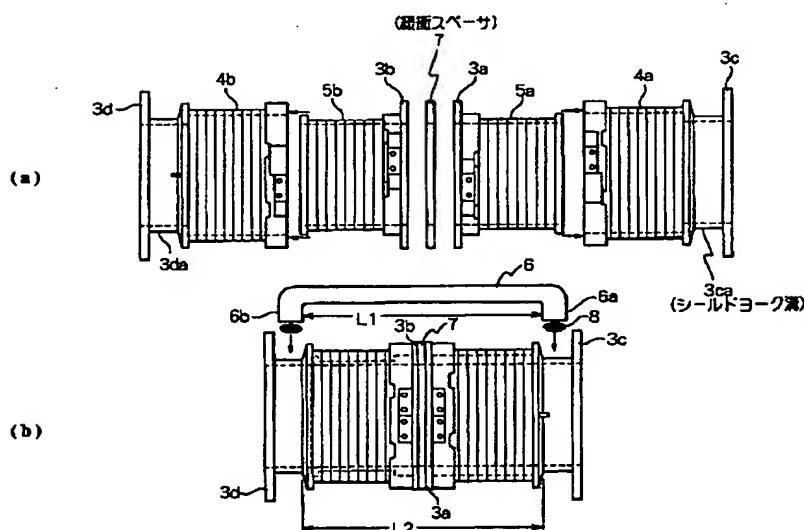
【図1】



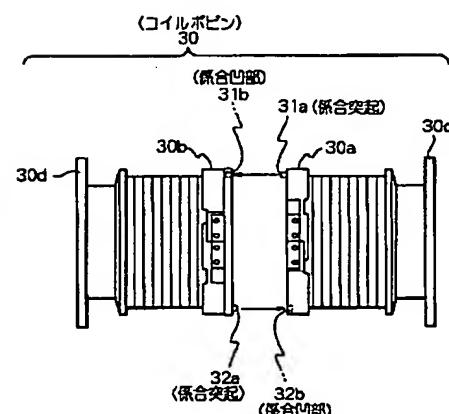
【図4】



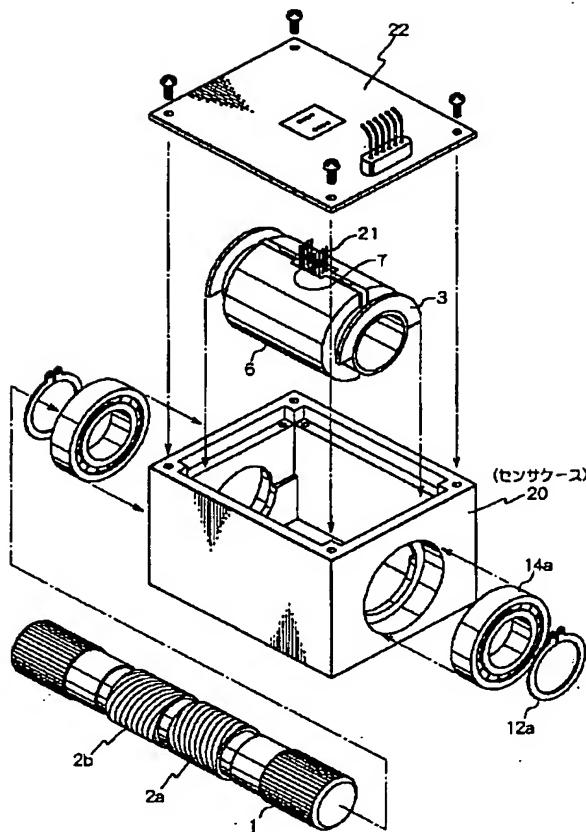
【図2】



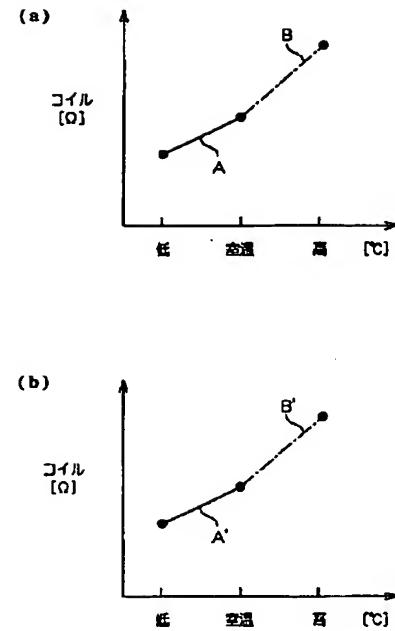
【図5】



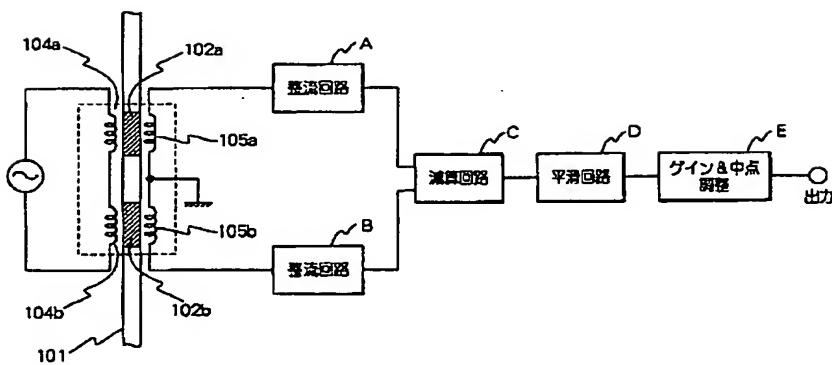
【図3】



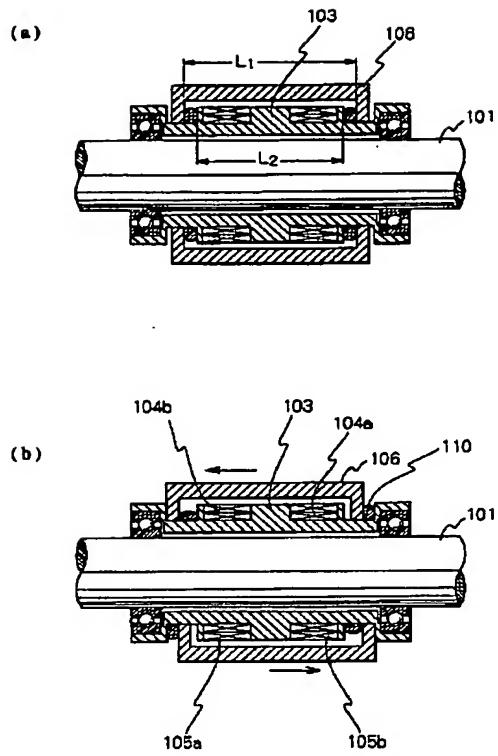
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

